

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **10073797**(43)Date of publication of application: **17.03.1998**

(51)Int.Cl.

G02F 1/13  
B41J 2/445  
G02F 1/133  
G02F 1/133  
G09G 3/18  
H04N 1/00

(21)Application number: **09119219** (71)Applicant: **CITIZEN WATCH CO LTD**(22)Date of filing: **09.05.1997** (72)Inventor: **KANEKO YASUSHI  
MATSUNAGA MASAOKI**

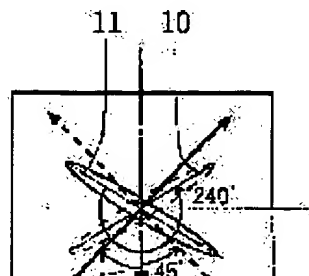
(30)Priority

Priority number: **08115897** Priority date: **10.05.1996** Priority country: **JP**(54) **LIQUID CRYSTAL SHUTTER AND DRIVING METHOD THEREOF**

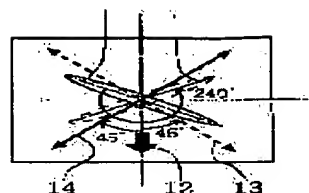
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal shutter of high speed response and high contrast and the driving method of the liquid crystal shutter capable of halftone display.

SOLUTION: This liquid crystal shutter arranges a polarizer whose absorption axis is intersected at the angles of 80°-100° on a liquid crystal element having distortion larger than 180°, an angle made between the absorption axis 13 of a lower polarizer plate and the direction 12 of a middle liquid crystal is made to



be in the range of  $\pm 40^\circ$ - $\pm 50^\circ$  and a quotient of the interval (d) between a first substrate and a second substrate divided by a twisted pitch P of the liquid crystal element d/P is set as 0.5-0.9. and showing the birefringence is set as 600nm-900nm.



---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

---

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-73797

(43)公開日 平成10年(1998)3月17日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5
B 4 1 J 2/445			1/133	5 0 0
G 0 2 F 1/133	5 0 0			5 7 5
	5 7 5		G 0 9 G 3/18	
G 0 9 G 3/18			H 0 4 N 1/00	Z
審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 12 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平9-119219

(22)出願日 平成9年(1997)5月9日

(31)優先権主張番号 特願平8-115897

(32)優先日 平8(1996)5月10日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72)発明者 金子 靖

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

(72)発明者 松永 正明

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

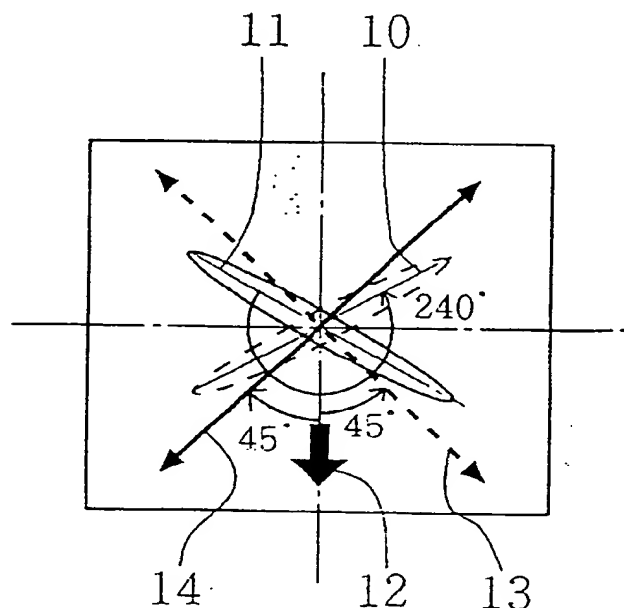
チズン時計株式会社技術研究所内

(54)【発明の名称】 液晶シャッタおよび液晶シャッタの駆動方法

(57)【要約】

【課題】 高速応答で高コントラストの液晶シャッタおよび、中間調表示が可能な液晶シャッタの駆動方法を提供する。

【解決手段】 180°ツイスト以上のねじれを持つ液晶素子に、吸収軸が80°～100°の角度に交差している偏光板を外側に配置する液晶シャッタで、下偏光板の吸収軸13と中央液晶方向12とのなす角度を±40°～±50°の範囲とし、かつ、液晶のネジレピッチPと、第1の基板と第2の基板の隙間dとの商であるd/Pを0.5～0.9に設定する。また、液晶素子の複屈折性を示すΔndを600nmから900nmに設定する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を $\pm 40^\circ \sim \pm 50^\circ$ の範囲としたことを特徴とする液晶シャッタ。

【請求項2】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を $600 \sim 900 \text{ nm}$ の範囲としたことを特徴とする液晶シャッタ。

【請求項3】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を $\pm 40^\circ \sim \pm 50^\circ$ の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を $600 \sim 900 \text{ nm}$ の範囲としたことを特徴とする液晶シャッタ。

【請求項4】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を $\pm 40^\circ \sim \pm 50^\circ$ の範囲とし、前記ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との商である $d/P$ を $0.5 \sim 0.9$ の範囲としたことを特徴とする液晶シャッタ。

【請求項5】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲とし、前記ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との商である $d/P$ を $0.5 \sim 0.9$ の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を $600 \sim 900 \text{ nm}$ の範囲と

2

したことを特徴とする液晶シャッタ。

【請求項6】 第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を $\pm 40^\circ \sim \pm 50^\circ$ の範囲とし、前記ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との商である $d/P$ を $0.5 \sim 0.9$ の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を $600 \sim 900 \text{ nm}$ の範囲としたことを特徴とする液晶シャッタ。

【請求項7】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間が全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、該走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くすることによって明るい表示を得かつ明るさを一定にすることを特徴とする液晶シャッタの駆動方法。

【請求項8】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間が全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、該走査期間に印加される電圧を $0 \text{ V}$ に保持する時間を可変とすることによって階調表示を行い、該走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くすることによって階調表示の色変化を少なくしたことを特徴とする液晶シャッタの駆動方法。

【請求項9】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間が、全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、該走査期間の印加電圧を $0 \text{ V}$ から可変とすることによって階調表示を行い、かつ、走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くすることによって階調表示の色変化を少なくしたことを特徴とする液晶シャッタの駆動方法。

【請求項10】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間は、全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、走査期間の時間を液晶シャッタが

最大透過率を維持している保持時間より短くし、前記フレーム期間の長さを基板温度に応じて制御し、前記フレーム期間の長さを低温では長く、高温では短くすることによって液晶シャッターの明るさを一定に保つことを特徴とする液晶シャッターの駆動方法。

【請求項11】 請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッターの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間は、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間から構成され、前記フレーム期間の長さを基板温度に応じて制御し、前記フレーム期間の長さを低温では長く、高温では短くすることによって液晶シャッターの明るさを一定に保つことを特徴とする液晶シャッターの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶光プリンタや液晶光学素子に用いる高速応答を特徴とする液晶シャッターと、液晶シャッターの駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶プリンタや、液晶光学素子に用いる液晶シャッターとしては、高速応答で明るく高コントラストが得られ、かつ駆動方法も単純で、さらに階調表示が可能なものが要求されているが、全てを満足するものは、まだ開発されていない。

【0003】現在までに開発されている液晶シャッターとしては、使用する液晶材料によって、(1)一般のネマチック液晶を用いるものと、(2)周波数によって誘電率の正負が異なる2周波駆動用ネマチック液晶を用いるもの、(3)自発分極を持った強誘電性液晶を用いるものに大別される。

【0004】(2)の2周波駆動用ネマチック液晶を用いた液晶シャッターは高速応答性を有するが、駆動電圧が高くかつ駆動周波数も高いため、駆動回路が複雑になる。(3)の強誘電性液晶を用いた液晶シャッターは、2周波駆動よりさらに速く、数十 $\mu$ 秒の応答時間で動作するが、スメクティック液晶相を用いているため配向安定性に問題があり、また直流駆動が原因で表示パターンが固定する焼付問題、原理的に階調表示の難しさがあり、特殊用途以外では実用化していない。

【0005】一方、(1)の一般のネマチック液晶を用いた液晶シャッターも、その動作原理より(a)入射した光を回転する旋光性とよぶ性質を利用して白または黒表示を行い、画素に電圧を印加して、液晶分子を基板にほぼ垂直に立たせて旋光性を解除することで黒または白表示をする、いわゆるTN(ツイステッド ネマチック)液晶方式のもの、(b)入射した光に位相差を生じさせる複屈折性を利用して白または黒表示を行い、表示画素に電圧を印加して複屈折性を可変として黒または白表示を行う、いわゆるSTN(スーパー ツイステッド

マチック)液晶方式ものが知られている。

【0006】(a)の一例として、特開昭62-150330号公報に示されている。図10と図11を用いて、従来例を説明する。図11は、従来のTN液晶シャッターの断面図で、図10は、図11を上偏光板9側から見たときの配置を表す平面図である。ITOからなる第1の電極2と配向膜3を形成した第1の基板1と、ITOからなる第2の電極5と配向膜6を形成した第2の基板4と、ネマチック液晶7とからなる液晶素子と、吸収軸が直交するように配置してある下偏光板8と上偏光板9とからなる。ここで、液晶素子のツイスト角は90°であり、下偏光板の吸収軸13は第1の基板1の液晶の配向方向である下液晶分子配向方向10と平行であり、上偏光板の吸収軸14は第2の基板4の液晶の配向方向である上液晶配向方向11と平行である。

【0007】電圧無印加の状態では、下偏光板8より入射した直線偏光は、液晶の旋光性により90°回転し、上偏光板9より出射し、開状態となり、いわゆるポジ型表示になっている。駆動周波数5kHzで15Vの電圧を印加すると液晶分子が基板に垂直方向に立ち、旋光性が無くなるので、下偏光板8により入射した直線偏光は、そのまま液晶素子中を回転せずに進行し、上偏光板9で遮られるため閉状態となる。

【0008】(b)の一例として、一般の液晶表示装置に用いられているイエローモードと呼ばれているSTN液晶表示装置がある。図12と図13を用いて、従来例を説明する。図13は、従来のSTN液晶表示装置の断面図で、図12は、図13を上偏光板9側から見たときの配置を表す平面図である。ITOからなる第1の電極2と配向膜3を形成した第1の基板1と、ITOからなる第2の電極5と配向膜6を形成した第2の基板4と、ネマチック液晶7とからなる液晶素子と、吸収軸が60°に交差するように配置してある下偏光板8と上偏光板9とからなる。ここで、液晶素子のツイスト角は240°であり、下偏光板の吸収軸13は第1の基板1の液晶の配向方向である下液晶分子配向方向10と45°の位置であり、上偏光板の吸収軸14は第2の基板6の液晶の配向方向である上液晶分子配向方向11と45°の位置である。従って、第1の基板1と第2の基板4の中間の液晶分子配向方向にあたる中央液晶分子方向12と下偏光板吸収軸13は、75°の位置であり、中央液晶分子方向12と上偏光板吸収軸14は、15°の位置に配置されている。

【0009】電圧無印加の状態では、下偏光板8より液晶分子に対して45°方向で入射した直線偏光は、液晶の複屈折性により楕円偏光状態となり、上偏光板9より黄色みを帯びた白色として出射する開状態となり、いわゆるポジ型表示になっている。駆動周波数1~5kHzで3~5Vの電圧を印加すると液晶分子7が基板に垂直方向に立ち、液晶の複屈折性が減少し、下偏光板8によ

り入射した直線偏光は、楕円偏光の状態が変化し、上偏光板9より青みを帯びた黒となり出射し、閉状態となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、(a)の方式では、開状態から電圧を印加して閉状態にする応答時間は数msと短い、閉状態から電圧を除去して開状態に戻す応答時間が10~数十msと長い、開閉を繰り返す書き込み周期であるフレーム期間を長くせねばならず、その結果、液晶プリンタでは書き込み時間が長くなり、印字速度が低下し、また、フレーム期間として数msが必要な高速の液晶光学素子には応用できない。

【0011】また、前記公報の実施例中には、90°ツイスト以外にも、270°ツイストまたは450°ツイスト状態の液晶素子は、開状態に戻す応答時間が短くなりより好ましいと記載されている。確かに、270°ツイストの方が90°ツイストより応答時間は短くなるが、配向安定性が難しく、高プレチルトが得られるSiO斜方蒸着膜を用いる等の特殊な配向膜を使用しなければならず、実用的ではない。

【0012】また、(b)の方式では、液晶素子に実用的な225~250°ツイストのいわゆるSTN液晶素子を用いることで、閉状態から開状態への応答時間は数msと速くできるが、閉状態が液晶素子に電圧を印加して、青みを帯びた黒となっているため、コントラストが10程度と低い上に、印加電圧をさらに高くしてゆくと、楕円偏光状態が変化して再度明るくなってしまう為、印加電圧をあまり高く設定できず、開から閉への応答時間が10~数十msと長くなり、液晶シャッタとしては、あまり用いられていない。

【0013】本発明の目的は、高速応答でかつ高コントラストが得られる液晶シャッタと、階調表示も可能な液晶シャッタの駆動方法を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明における請求項1記載の発明による液晶シャッタは、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を80°~100°の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を±40°~±50°の範囲としたことを特徴とする。

【0015】請求項2記載の発明による液晶シャッタは、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、

前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を80°~100°の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を600~900nmの範囲としたことを特徴とする。

【0016】請求項3記載の発明による液晶シャッタは、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を80°~100°の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を±40°~±50°の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を600~900nmの範囲としたことを特徴とする。

【0017】請求項4記載の発明による液晶シャッタは、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を80°~100°の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を±40°~±50°の範囲とし、前記ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との商である $d/P$ を0.5~0.9の範囲としたことを特徴とする。

【0018】請求項5記載の発明による液晶シャッタは、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を80°~100°の範囲とし、前記ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との商である $d/P$ を0.5~0.9の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である $\Delta n d$ を600~900nmの範囲としたことを特徴とする。

【0019】請求項6記載の発明による液晶シャッタは、第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板と前記一对の基板の間にツイスト角が180度以上のネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、該液晶素子をはさんで配置する一对の偏光板とを備え、前記一对の偏光板の吸収軸のなす角度を80°~100°の範囲とし、前記偏光板の吸収軸と前記液晶素子の中央液晶分子方向とがなす角度を±40°~±50°の範囲とし、前記ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との商である $d/P$ を0.5~0.9の範囲とし、前記ネマチック液晶の複屈折率 $\Delta n$ と、第1の基板と第2の基板の隙間 $d$ との積である

$\Delta nd$ を600~900nmの範囲としたことを特徴とする。

【0020】請求項7記載の発明による液晶シャッタの駆動方法は、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間が全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、該走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くすることによって明るい表示を得かつ明るさを一定にすることを特徴とする。

【0021】請求項8記載の発明による液晶シャッタの駆動方法は、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間が全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、該走査期間に印加される電圧を0Vに保持する時間を可変とすることによって階調表示を行い、該走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くすることによって階調表示の色変化を少なくしたことを特徴とする。

【0022】請求項9記載の発明による液晶シャッタの駆動方法は、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間が、全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、該走査期間の印加電圧を0Vから可変とすることによって階調表示を行い、かつ、走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くすることによって階調表示の色変化を少なくしたことを特徴とする。

【0023】請求項10記載の発明による液晶シャッタの駆動方法は、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間であるフレーム期間は、全画素を閉状態にするリセット期間と、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間とから構成され、走査期間の時間を液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間より短くし、前記フレーム期間の長さを基板温度に応じて制御し、前記フレーム期間の長さを低温では長く、高温では短くすることによって液晶シャッターの明るさを一定に保つことを特徴とする。

【0024】請求項11記載の発明による液晶シャッタの駆動方法は、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6に記載の液晶シャッタの駆動方法であって、1回の書き込み期間

であるフレーム期間は、所望の画素を開閉または半開状態にする走査期間から構成され、前記フレーム期間の長さを基板温度に応じて制御し、前記フレーム期間の長さを低温では長く、高温では短くすることによって液晶シャッターの明るさを一定に保つことを特徴とする。

【0025】(作用)本発明による液晶シャッタの作用について、図3と図4を用いて説明する。図3の実線で示す曲線20は、本発明に用いる液晶シャッタの印加電圧に対する透過率変化を示す電圧-透過率曲線である。比較の為に、従来のイエローモードのSTN液晶表示装置の電圧-透過率を破線で示す曲線21で表す。どちらも、240°ツイストのSTN液晶素子で、 $\Delta nd$ は800nmで等しく、偏光板交差角と偏光板配置のみが異なっている。本発明の液晶シャッタでは、上下1組の偏光板の吸収軸は直交しており、従来のイエローモードSTN液晶素子では、上下1組の偏光板の吸収軸は60°に交差し、図12に示す配置となっている。

【0026】どちらも、電圧無印加時の開状態は、液晶素子の複屈折性を用いている。しかし、従来のイエローモードの方が、複屈折性が大きくなるように偏光板が配置されているため透過率は高いが、黄色く着色している。一方、本発明の液晶シャッタも複屈折性を利用しているので、電圧無印加の初期透過率Y0では、僅かに黄色く着色するが、電圧を印加すると最大透過率Ymに達し、ほぼ無彩色になり、その後、透過率が低下する。この電圧-透過率曲線20は、偏光板配置の影響を大きく受け、最適化することで、明るく良好な特性を得られる。

【0027】図4は、本発明の液晶シャッタに用いる液晶素子で、実験より求めた、偏光板の配置と透過率の関係を示すグラフである。曲線23は、上下の偏光板吸収軸交差角を90°に固定したまま、第1の基板と第2の基板の中間に位置する中央液晶分子方向から下偏光板吸収軸を回転した時の電圧無印加の初期透過率Y0を示し、曲線22は最大透過率Ymを示す。下偏光板吸収軸を中央液晶分子方向に対して±45°に配置することで、最も初期透過率Y0と最大透過率Ymを高くでき、かつ、実測したところ、色彩も無彩色に近く、良好な特性である。

【0028】また、イエローモードは、閉状態も複屈折性を利用しているので、図3の破線で示す曲線21で示したように3V程度の低電圧で黒特性が得られるが、青みを帯び、透過率が完全には下がらず、コントラストは低い。さらに電圧を印加すると、再度、透過率は上昇し、さらにコントラストが低下するため、高電圧を印加できず、開から閉への応答時間を速くできない。

【0029】しかし、本発明の液晶シャッタは、液晶素子が基板に対してほぼ垂直に立って、複屈折性が無くなった状態を開状態に用いている。そのため、図3の実線で示す曲線20に示すように、10V以上の高電圧が必



要であるが、高コントラストが得られ、同時に開から閉への応答時間は1ms以下まで速くできる。

【0030】また、本発明の液晶シャッタの開から閉への応答時間は、180°ツイスト以上の液晶素子を用いているので、偏光板を液晶分子と平行に配置して旋光性を利用する90°ツイストの従来のTN液晶シャッタより非常に速く1〜3msであり、高速応答が可能となる。

【0031】従って、本発明では、180°ツイスト以上のねじれを持つ液晶素子を用い、開状態は偏光板を液晶分子とずらして配置することで複屈折性を利用し、閉状態は液晶が基板に対して垂直に立って、複屈折性がほとんど無くなった状態を利用することで、高コントラストでかつ高速応答の液晶シャッタを提供することが可能となる。

【0032】次に、良好な階調表示を得られる本発明の液晶シャッタの駆動方法の作用について説明する。本発明の液晶シャッタは、図3に示すように、電圧無印加の初期透過率Y0から最大透過率Ymを経てから黒表示の閉状態になる。初期透過率Y0では、黄色く着色しており、階調表示を行うには、この状態を用いることは好ましくない。

【0033】一方、閉状態から電圧を除去した場合、透過率は急激に上昇し、ある程度の時間、最大透過率Ymの状態を保持してから初期透過率Y0に戻ることを実験で確認した。従って、最大透過率Ymの状態を維持している保持時間以内に開閉を繰り返せば、最大の明るさが得られ、かつ一定の明るさを維持でき、さらに、着色の無い、直線性の良好な階調表示が可能になる。

【0034】そこで、1回の書き込みを行うフレーム期間を、全画素を閉状態にするリセット期間と、書き込みを行う走査期間とから構成し、走査期間を最大透過率Ymの状態を維持する保持時間より短くし、最大透過率Ymから初期透過率Y0に戻る前にリセット期間で強制的に閉状態にもどすことで、明るく、かつ、良好な階調表示が可能な駆動方法を提供することが可能となる。

【0035】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 以下に本発明を実施するための最適な実施形態における液晶シャッタの構成と液晶シャッタの駆動方法を図面に基いて説明する。

【0036】図2は、本発明の第1の実施の形態における液晶シャッタの構造を示す断面図であり、図1は図2を上から見た様子を示す平面図である。以下、図1と図2とを交互に用いて本発明の液晶シャッタの構成を説明する。

【0037】本実施の形態の液晶シャッタは、ITOからなる第1の電極2と配向膜3を形成した厚さ0.7mmのガラスからなる第1の基板1と、ITOからなる第2の電極5と配向膜6を形成した厚さ0.7mmのガラ

スからなる第2の基板4と、ネマチック液晶7とから液晶素子が形成されている。使用するネマチック液晶の複屈折 $\Delta n$ は0.2で、第1の基板1と第2の基板6の隙間dは4 $\mu$ mであるので、液晶素子としての、複屈折性を示す $\Delta n d$ 値は800nmに設定する。

【0038】第1の基板1の配向膜3は、図1の下液晶分子配向方向10にラビング処理をしてあり、第2の基板4の配向膜6は、上液晶分子配向方向11にラビング処理がなされている。粘度18cpのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ネジレピッチPを8 $\mu$ mに調整し、 $d/P=0.5$ とし、左回り240°ツイスト液晶素子を形成する。

【0039】下偏光板吸収軸13と上偏光板吸収軸14が直交するように、液晶素子の両外側に下偏光板8と上偏光板9とを配置してある。下偏光板吸収軸13は、ネマチック液晶7の第1の基板1と第2の基板4の中間部の液晶配向方向を示す中央液晶分子方向12と左回り45°の角度で配置され、上偏光板吸収軸14は、中央液晶分子方向12と右回り45°の角度で配置し、ポジ型液晶シャッタを構成している。

【0040】電圧無印加の状態では、下偏光板8より入射した直線偏光は、液晶の複屈折性により楕円偏光となり、上偏光板9より僅かに黄色く着色した白表示となって出射する開状態となり、いわゆるポジ型表示になっている。直流または交流で10〜20Vの電圧を印加すると液晶分子が基板に垂直方向に立ち、複屈折性が無くなり、下偏光板8により入射した直線偏光は、そのまま液晶素子中を進行し、上偏光板9で遮られるため黒表示の閉状態となる。

【0041】図3の実線で示す曲線20は、本発明の液晶シャッタの透過率-電圧曲線を示す。電圧無印加の初期透過率Y0から、徐々に透過率が上昇し、印加電圧2V付近で最大透過率Ymに達した後、透過率は減少してゆく。印加電圧10Vの透過率は初期透過率Y0の1/50程度となり、コントラスト比は、50前後であるが、さらに高電圧の20Vを印加するとコントラスト比は100以上得られる。

【0042】前述したように、電圧無印加で白表示する開状態は、液晶素子の複屈折性を用いているので、偏光板配置と液晶素子複屈折性を表す $\Delta n d$ の設定が重要で、明るさと着色状態に大きく影響する。

【0043】図4に240°ツイストで $\Delta n d=800$ nmの液晶素子で、下偏光板吸収軸13と上偏光板吸収軸14の交差角を90°に固定したまま、中央液晶分子方向から左回りに下偏光板8を回転した時の下偏光板配置角と液晶シャッタの透過率を示す。実線で示す曲線22が最大透過率Ymと偏光板配置角の関係を表し、破線で示す曲線23が電圧無印加の初期透過率Y0と偏光板配置角の関係を示す。偏光板配置角度が-60°の状態では下液晶分子配向方向10と下偏光板吸収軸13とが



平行になる。偏光板配置角度が $-45^\circ$ と $+45^\circ$ の状態では初期透過率 $Y_0$ も最大透過率 $Y_m$ も極大値を示し、かつ着色も少なく、最も好ましい。

【0044】図5に $240^\circ$ ツイストの液晶素子で、下偏光板吸収軸13と上偏光板吸収軸14の交差角は $90^\circ$ とし、中央液晶分子方向12から左回りに下偏光板吸収軸13を $45^\circ$ 回転させた位置に配置した状態における液晶素子の $\Delta n d$ と液晶シャッタの透過率を示す。実線で示す曲線24が最大透過率 $Y_m$ を表し、破線で示す曲線25が電圧無印加の初期透過率 $Y_0$ を示す。 $\Delta n d = 650 \text{ nm}$ で最大透過率 $Y_m$ は最大になり、 $\Delta n d$ が大きくなってあまり変化しないが、電圧無印加の初期透過率 $Y_0$ は徐々に低下するので、あまり $\Delta n d$ が大きすぎると好ましくない。逆に、 $\Delta n d$ が $650 \text{ nm}$ より小さいと、最大透過率 $Y_m$ も小さくなるので、 $\Delta n d$ 値としては、 $600 \text{ nm}$ から $900 \text{ nm}$ が良く、特に $700 \text{ nm}$ から $800 \text{ nm}$ が好ましい。

【0045】最適 $\Delta n d$ 値は、ツイスト角により、多少変動するが、ツイスト角 $180^\circ$ から $260^\circ$ の範囲では、ほぼ $600 \text{ nm}$ から $900 \text{ nm}$ におさまる。

【0046】本実施の形態では、ツイスト角を $240^\circ$ で、 $\Delta n d = 800 \text{ nm}$ に設定したので、明るくかつ着色の比較的小さい白表示の開状態が得られ、駆動電圧を $20 \text{ V}$ 印加した時のコントラストは $100$ 以上得られる。

【0047】次に、本発明の第1の実施の形態の液晶シャッタの応答時間と駆動方法について説明する。図6は、本発明の液晶シャッタに、 $100 \text{ Hz}$   $20 \text{ V}$ の交流信号を $50 \text{ ms}$ 印加した時の駆動波形30と透過率の時間変化を表す透過率-時間曲線31である。電圧無印加の開状態から交流信号を印加すると、一瞬透過率が上昇後、黒くなる。オン応答時間26は、印加電圧の影響を受け、高電圧を液晶シャッタに印加するほど早くなる。本実施の形態の液晶シャッタには、 $20 \text{ V}$ の高電圧を印加しているので、オン応答時間26は $1 \text{ ms}$ 未満と非常に高速である。

【0048】一方、閉状態から交流信号を $0 \text{ V}$ に戻すと、約 $2 \text{ ms}$ で最大透過率になった後、約 $20 \text{ ms}$ 後に初期透過率に戻る。閉から開へ戻る応答時間は、液晶ねじれを戻す弾性力を用いているので、ツイスト角の大きい液晶素子の方が早くなる。液晶素子としての本来の応答時間の定義は、液晶分子変化が安定するまでの時間であり、図6においては $20 \text{ ms}$ となるが、液晶シャッタとして利用するのであれば、白表示の開状態に戻るまでの時間が応答時間として有効であるので、 $240^\circ$ ツイストである本発明の液晶シャッタのオフ応答時間27は $2 \text{ ms}$ となり、高速応答の液晶シャッタが得られる。

【0049】また、閉状態の黒から開状態の最大透過率を示すまでは、比較的に着色が少なく青みを帯びた白表示をする。最大透過率を維持している保持時間28であ

る約 $10 \text{ ms}$ を過ぎた後は、多少黄色く着色しながら透過率が低下する。従って、階調表示を行うためには、液晶シャッタが最大透過率を維持している保持時間28以内にリセット信号を印加して閉状態に戻し、閉状態と最大透過率間の着色の少ない状態を利用することで、明るく、かつ、階調表示を良好に行うことができる。

【0050】図7に、本発明の液晶シャッタをカラービデオ液晶プリンタに応用した時の駆動波形32および透過率-時間曲線33を示す。リセット期間 $T_r$ をオン応答時間26より長い $1 \text{ ms}$ に、走査期間 $T_s$ を保持時間28の $10 \text{ ms}$ より短い $4 \text{ ms}$ に設定してある。1回の書き込み期間に相当し、1つのリセット期間 $T_r$ と1つの走査期間 $T_s$ で構成されるフレーム期間 $T_f$ を図7に示す。図7の左端にあたる第1フレームは全開状態を、中央の第2フレームは半開状態を、右端にあたる第3フレームは閉状態を示している。

【0051】リセット期間 $T_r$ では、全画素を閉状態にするために、 $20 \text{ V}$ の直流信号がリセット波形として印加される。走査期間 $T_s$ で印加する走査波形として、全開状態にする場合は、走査期間中全て $0 \text{ V}$ に、閉状態を保つ場合は、走査期間中 $20 \text{ V}$ に、中間調を出すために半開状態では、走査期間 $T_s$ の $1/2$ の $2 \text{ ms}$ の区間は $0 \text{ V}$ にし、残りの $2 \text{ ms}$ の区間には $20 \text{ V}$ を印加する。

【0052】リセット波形と走査波形の極性を1フレーム毎に反転することで、液晶素子への長期間の直流電圧の印加を抑制している。リセット期間 $T_r$ で液晶シャッタの全画素を閉状態に戻した後、走査期間 $T_s$ で、印加電圧を $0 \text{ V}$ にする時間を可変とすることで、所定の画素のみを開閉または任意の階調表示状態にする。

【0053】走査期間 $T_s$ は $4 \text{ ms}$ に設定してあるので、閉状態から最大透過率 $Y_m$ に達するオフ応答時間27の $2 \text{ ms}$ よりは長く、かつ、最大透過率 $Y_m$ を維持する保持時間28の $10 \text{ ms}$ よりは短いので、色変化が少なくかつ直線性の良好な階調表示が可能な液晶シャッタが得られ、高画質のフルカラー画像プリントを得ることができた。

【0054】本実施の形態では、液晶素子として $240^\circ$ ツイストを用いたが、 $180^\circ$ ツイスト以上のねじれを持つ液晶素子を用いることで、同様な効果を得ることが可能である。

【0055】また、上下偏光板の吸収軸はおおむね $90^\circ$ に交差していれば良く、偏光板配置角も中央液晶分子方向と $40^\circ \sim 50^\circ$ の間でも可能である。

【0056】また、本実施の形態では、偏光板吸収軸を中央液晶分子方向に対して $\pm 45^\circ$ に配置し、液晶素子の $\Delta n d$ を $800 \text{ nm}$ にしたが、偏光板配置を $\pm 45^\circ$ とし、液晶素子の $\Delta n d$ を $800 \text{ nm}$ 以外としても、ある程度の効果は得られる。また、液晶素子の $\Delta n d$ を $600$ から $900 \text{ nm}$ の範囲に設定し、偏光板配置を $\pm 45^\circ$ 以外に設定しても、ある程度の効果は得られる。

【0057】また、本実施の形態では、走査期間 $T_s$ で印加する電圧をオフ電圧である0Vに保持する時間を可変とすることによって階調表示を行ったが、走査期間に印加する電圧を0Vから変化させて、オフ応答時間 $27$ を遅くすることで、電圧変調方式で階調表示を行うことも可能である。

【0058】(第2の実施の形態)次に、第2の実施の形態として、第1の実施の形態で用いた液晶シャッタと同一構成の液晶シャッタを用いた第2の駆動方法を、図6と図8と図9とを用いて説明する。

【0059】図8は、本発明の液晶シャッタをカラービデオ液晶プリンタに応用した時の室温での駆動波形34および透過率-時間曲線35で、図9は、0°Cでの駆動波形36および透過率-時間曲線37を示す。図8において、室温でのリセット期間 $T_r$ を1msに、走査期間 $T_s$ を最大透過率を維持している保持時間 $28$ の10msより短い4msに設定してある。1回の書き込み期間に相当するフレーム期間 $T_f$ は、1つのリセット期間 $T_r$ と1つの走査期間 $T_s$ で構成される。図8の左端にあたる第1フレームは全開状態で、第1フレームの右隣の第2フレームは半開状態で、第2フレームの右隣の第3フレームは閉状態を示し、これを2回繰り返して図示してある。

【0060】室温でのリセット期間 $T_r$ では、全画素を閉状態にするために、20Vで幅0.5msのパルスが正負1組でリセット波形として印加される。走査期間 $T_s$ で印加する走査波形として、全開状態にする場合は、走査期間 $T_s$ 中全て0Vに、閉状態を保つ場合は、走査期間 $T_s$ 中20Vで幅0.5msのパルス波形が印加され、中間調を出すための半開状態では、走査期間 $T_s$ の1/2の2msの区間は0Vにし、残りの2msの区間は20Vで幅0.5msのパルス波形を印加する。

【0061】リセット波形と走査波形を正負の極性を持つ0.5msのパルス波形で構成することで、液晶素子への長期間の直流印加を抑制している。リセット期間 $T_r$ で液晶シャッタの全画素を閉状態に戻した後、走査期間 $T_s$ で印加する電圧を0Vに保持する時間を可変とすることで、所定の画素のみを開閉または任意の階調表示状態にする。

【0062】室温での走査期間 $T_s$ は4msに設定してあるので、閉状態から最大透過率 $Y_m$ に達する応答時間2msよりは長く、かつ、最大透過率を維持している保持時間 $28$ の10msよりは短いので、色変化が少なくかつ直線性の良好な階調表示が可能な液晶シャッタが得られる。

【0063】しかし、温度が低下すると、液晶素子の応答時間が遅くなる。特に、閉から開状態へのオフ応答時間 $27$ が遅くなるので、開状態の明るさが低下し、さらに低温では、全く開状態を示さなくなる。そこで、本実施の形態では、基板に温度センサーを設置し、基板温度

が5°C以下になると、自動的に、リセット期間 $T_r$ と走査期間 $T_s$ を2倍にするようにした。

【0064】図9の0°Cでの透過率-時間曲線37からもわかるように、0°Cでの本発明の液晶シャッタの応答時間は、開から閉へのオン応答時間 $26$ は1.5ms、閉から開へのオフ応答時間 $27$ は4msと約2倍に遅くなっている。また、0°Cで保持時間 $28$ も約2倍の20msとなる。しかし、0°Cでの駆動波形36に示すように、リセット期間 $T_r$ を2ms、走査期間 $T_s$ を8msと遅くしたので、充分な開状態が得られる。

【0065】本実施の形態の液晶シャッタを、液晶プリンタに応用した場合、低温での印刷速度は、室温の半分に低下するが、室温でも0°Cでも、高画質のフルカラー画像プリントを得ることができる。

【0066】本発明の第2の実施の形態では、低温状態においてパルス幅は変化させずに、リセット期間 $T_r$ と走査期間 $T_s$ で構成されるフレーム期間 $T_f$ を2倍に長くしたが、パルス幅も同時に2倍の幅に変化させても、全く同一の効果が得られる。

【0067】本発明の第2の実施の形態では、フレーム期間 $T_f$ をリセット期間 $T_r$ と走査期間 $T_s$ で構成したが、中間調表示が不要な場合、リセット期間 $T_r$ を省き、フレーム期間 $T_f$ を走査期間 $T_s$ のみで構成しても、なんらさしつかえない。

【0068】本発明の第2の実施の形態では、走査期間 $T_s$ で印加される電圧をオフ電圧である0Vに保持する時間を可変とすることによって階調表示を行ったが、走査期間に印加する電圧を0Vから変化させて、オフ応答時間 $27$ を遅くすることで、電圧変調方式で階調表示を行うことも可能である。

【0069】(第3の実施の形態)以下に本発明の第3の実施形態における液晶シャッタの構成を図面を用いて説明する。

【0070】本発明の第3の実施の形態における液晶シャッタの構成は、第1の実施の形態で説明した図2と同一であり、上下の偏光板の配置角度と、ネマチック液晶のネジレピッチ $P$ が異なっている。図15は、本発明の第3の実施の形態における液晶シャッタの平面図である。以下、図2と図15を交互に用いて本発明の液晶シャッタの構成を説明する。

【0071】本実施の形態の液晶シャッタは、ITOからなる第1の電極2と配向膜3を形成した厚さ0.7mmのガラスからなる第1の基板1と、ITOからなる第2の電極5と配向膜6を形成した厚さ0.7mmのガラスからなる第2の基板4と、ネマチック液晶7とから液晶素子が形成されている。使用するネマチック液晶の複屈折 $\Delta n$ は0.2で、第1の基板1と第2の基板6の隙間 $d$ は4 $\mu$ mであるので、液晶素子としての複屈折性を示す $\Delta n d$ 値は800nmに設定する。

【0072】第1の基板1の配向膜3は、図15の下液

晶分子配向方向10にラビング処理をしてあり、第2の基板4の配向膜6は、上液晶分子配向方向11にラビング処理がなされている。粘度18cpのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ネジレピッチPを5 $\mu$ mに調整し、 $d/P=0.8$ とし、左回り240°ツイスト液晶素子を形成する。

【0073】下偏光板吸収軸13と上偏光板吸収軸14が84°に交差するように、液晶素子の両外側に下偏光板8と上偏光板9とを配置してある。下偏光板吸収軸13は、ネマチック液晶7の第1の基板1と第2の基板4の中間部の液晶配向方向を示す中央液晶分子方向12と左回り42°の角度で配置され、上偏光板吸収軸14は、中央液晶分子方向12と右回り42°の角度で配置し、ポジ型液晶シャッタを構成している。

【0074】ここで、上下の偏光板吸収軸の交差角度を84°と直角より狭めたのは、電圧無印加時の液晶シャッタの色合いをさらに改善するためで、薄黄色が多少青みをおびて白くなる。特に、本発明の液晶シャッタを発光素子と組み合わせ、時間分割してカラー表示を行うフィールドシーケンシャルカラー表示装置に適用する場合には、背景色を改善できる。しかし、閉状態の透過率が上昇し、コントラストが低下するので、80°より決めることは好ましくない。

【0075】次に、液晶のネジレピッチと応答時間の関係を説明する。図14は、液晶のネジレピッチPと、第1の基板1と第2の基板6の間隔dの商である $d/P$ と、室温における応答時間の関係を示すグラフであり、実線で示す曲線26は20V印加時のオン応答時間で、実線で示す曲線27は電圧0Vへのオフ応答時間である。オン応答時間26は、 $d/P$ の影響を受けず一定であるが、オフ応答時間27は $d/P$ が大きくなるほど速くなる。

【0076】通常の240°ツイストSTN液晶表示体では、使用する配向膜6のチルト角にも依存するが、 $d/P$ の値が0.5より大きくなると、2V前後である動作開始電圧付近の電圧を印加するとストライプドメインと呼ばれる配向不良が発生し、表示品位を著しく低下させる。従って、STN液晶表示体の $d/P$ は0.45~0.5に設定している場合が多い。しかし、本発明の液晶シャッタの印加電圧は、10V以上と動作開始電圧より非常に大きいので、 $d/P$ の値が0.5より大きくても配向不良は発生しないことを実験で確認できた。

【0077】従って、所望のツイスト角が得られる範囲で、 $d/P$ をできるだけ大きく設定することで、オフ応答時間27を速くすることができる。ツイスト角を $\theta$ とすると $d/P=(\theta+90)/360$ までは、所望のツイスト角となり、それ以上では、所望のツイスト角+180°になる。つまり、240°ツイストの場合、 $d/P=0.91$ までは240°ツイストとなるが、それ以上では420°ツイストになってしまう。本発明の第3

の実施の形態では、配向安定性も考慮して、 $d/P=0.8$ に設定する。第3の実施の形態の液晶シャッタのオフ応答時間は1.1msと第1の実施の形態で用いた液晶シャッタのオフ応答時間27の約1/2にすることができる。

【0078】もちろん、 $d/P$ の値を0.5以下にしても、オフ応答時間は遅くなるが、液晶シャッタとして使用することは可能である。 $d/P$ の最小値は、 $(\theta-90)/360$ で決まり、240°ツイストの場合は0.42となり、180°ツイストの場合は0.25となるが、配向安定性を考慮し、0.4以上が好ましい。

【0079】本発明の第3の実施の形態では、ツイスト角を240°で、 $\Delta nd=800$ nmに設定し、偏光板の吸収軸配置角度を84°にしたので、明るくかつ良好な白表示の開状態が得られ、かつ、駆動電圧を20V印加した時のコントラストは50以上得られる。さらに、液晶のネジレピッチPを短くし、 $d/P=0.8$ としたので、オフ応答時間27が速くなり、低温でも良好なシャッター性能が得られる。

【0080】電圧無印加時の液晶シャッタの色合いを改善するための偏光板配置は、図15に示した以外にも、図16に示すように上偏光板吸収軸14は右下がり配置し、下偏光板吸収軸13は右上がりに配置することも可能である。この場合、電圧無印加の色合いを改善するためには、上下偏光板の吸収軸の交差角は96°と広げる。この場合も、上下偏光板の吸収軸の交差角を広げる程、コントラストが低下するので、100°以上にすることは好ましくない。正面の表示特性は、図15に示す偏光板の配置でも、図16に示す偏光板の配置でも同一であるが、図16に示す偏光板の配置にすることで液晶シャッタの上下方向の視角特性が改善できる。したがって、図16に示す偏光板の配置の方が好ましい。

【0081】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の液晶シャッタおよび液晶シャッタの駆動方法を用いることにより、高速応答で、明るく、高コントラストの液晶シャッタと、階調表示が可能な液晶シャッタの駆動方法を提供できる。また、フレーム期間Tfの時間を動作温度によって変えることで、低温から高温まで安定したシャッタ特性を維持できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における液晶シャッタの配置関係を示す平面図である。

【図2】本発明の実施の形態における液晶シャッタを示す断面図である。

【図3】本発明の実施の形態における液晶シャッタの印加電圧-透過率曲線と、従来のイエローモードSTN液晶表示装置の印加電圧-透過率曲線である。

【図4】本発明の実施の形態における偏光板配置角度と透過率の関係を示すグラフである。

【図5】本発明の実施の形態における液晶素子の $\Delta n d$ と透過率の関係を示すグラフである。

【図6】本発明の実施の形態を説明するための駆動波形と透過率-時間曲線。

【図7】本発明の第1の実施の形態における液晶シャッタの駆動波形と透過率-時間曲線。

【図8】本発明の第2の実施の形態における液晶シャッタの室温での駆動波形と透過率-時間曲線。

【図9】本発明の第2の実施の形態における液晶シャッタの低温での駆動波形と透過率-時間曲線。

【図10】従来例におけるTN液晶シャッタの配置関係を示す平面図である。

【図11】従来例におけるTN液晶シャッタを示す断面図である。

【図12】従来例におけるSTN液晶表示装置の配置関係を示す平面図である。

【図13】従来例におけるSTN液晶表示装置を示す断面図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態における液晶ピッチと応答時間の関係を示すグラフである。

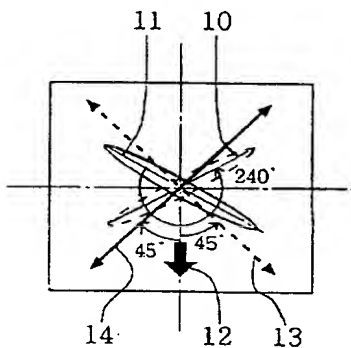
【図15】本発明の第3の実施の形態における液晶シャッタの配置関係を示す平面図である。

【図16】本発明の第3の実施の形態における液晶シャッタの第2の配置関係を示す平面図である。

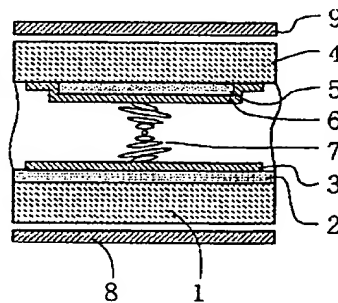
# 【符号の説明】

- 1 第1の基板
- 2 第1の電極
- 3 配向膜
- 4 第2の基板
- 5 第2の電極
- 6 配向膜
- 7 液晶
- 8 下偏光板
- 9 上偏光板
- 10 下液晶分子配向方向
- 11 上液晶分子配向方向
- 12 中央液晶分子方向
- 13 下偏光板吸収軸
- 14 上偏光板吸収軸
- 26 オン応答時間
- 27 オフ応答時間
- 28 保持時間
- 32 駆動波形
- 33 透過率-時間曲線
- Tr リセット期間
- Ts 走査期間
- Tf フレーム期間

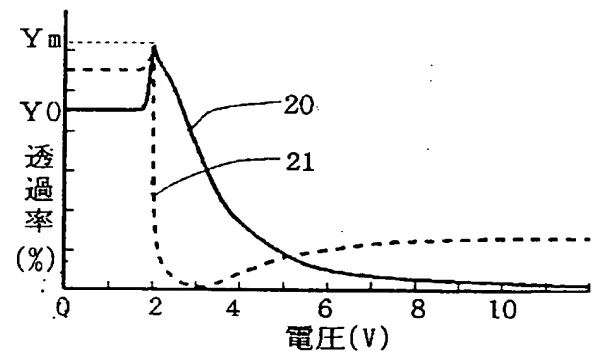
【図1】



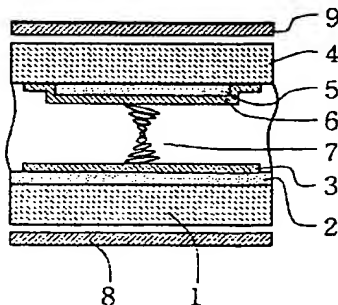
【図2】



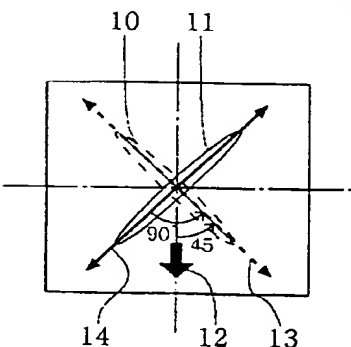
【図3】



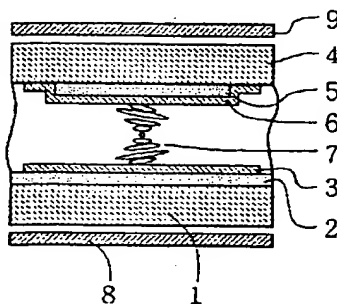
【図11】



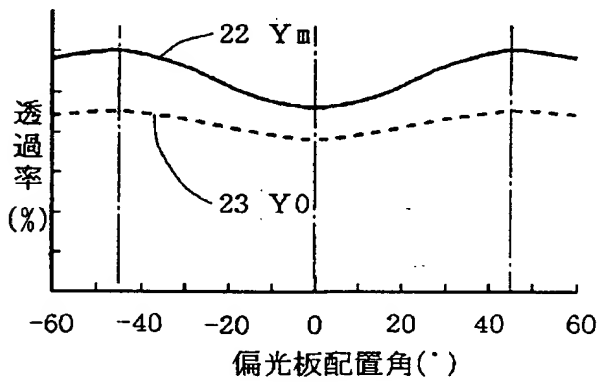
【図10】



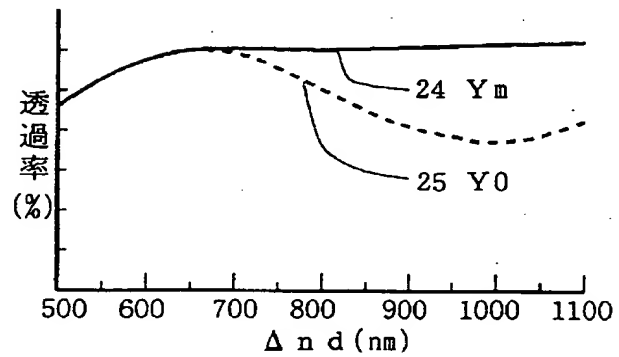
【図13】



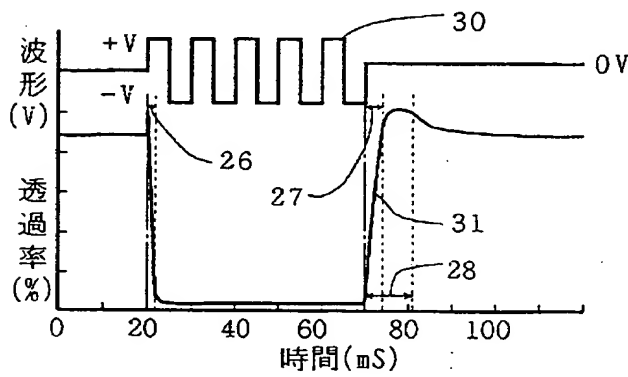
【図4】



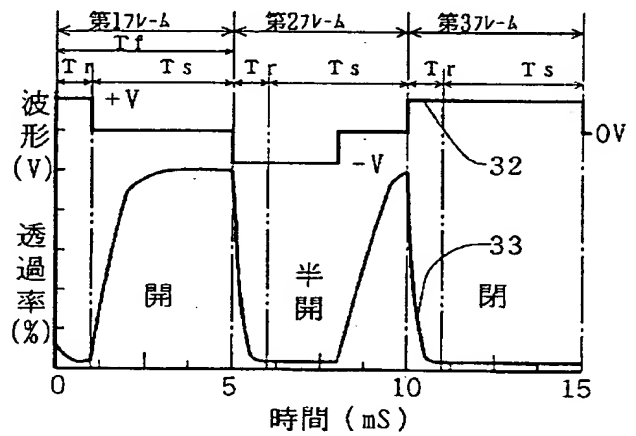
【図5】



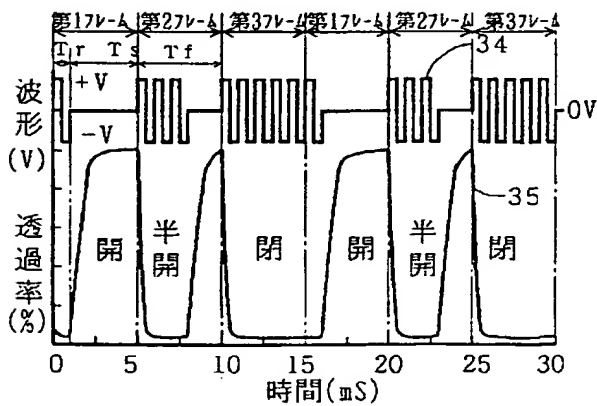
【図6】



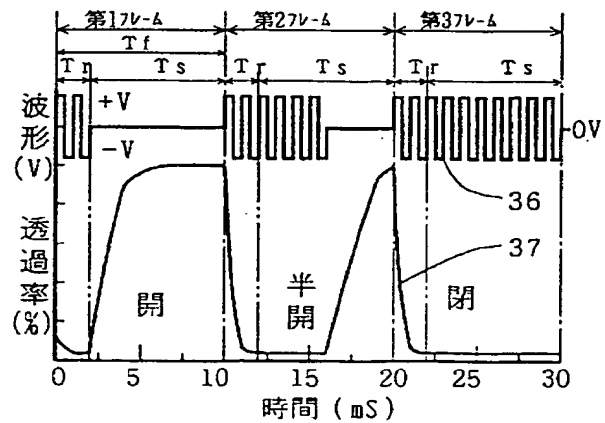
【図7】



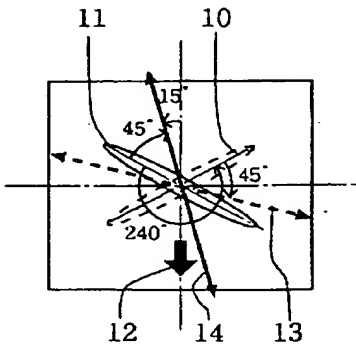
【図8】



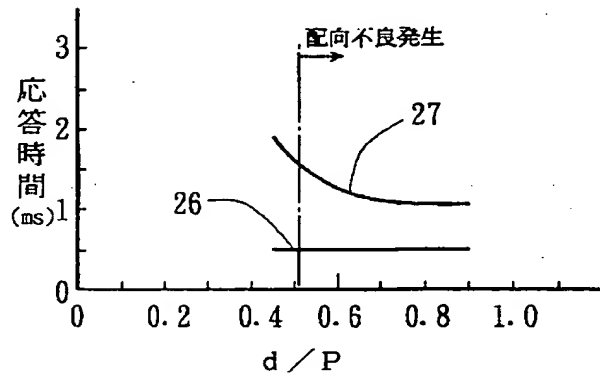
【図9】



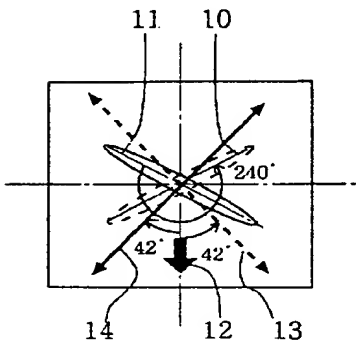
【図12】



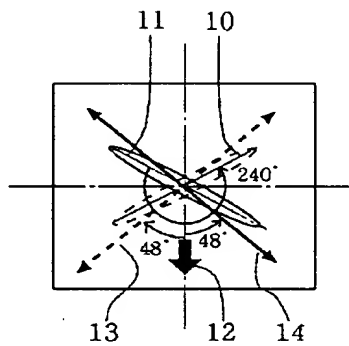
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>  
H04N 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

B 4 1 J 3/21

技術表示箇所

V